


# Regeneration system for particle filter in internal combustion engine exhaust

**Patent number:** DE19838032  
**Publication date:** 1999-03-18  
**Inventor:** ZELENKA PAUL DR (AT); RECZEK WALTER (AT);  
UNGER EDUARD DIPL ING (AT); HERZOG PETER  
DIPL ING DR (AT)  
**Applicant:** AVL LIST GMBH (AT)  
**Classification:**  
- **International:** F01N3/02; F01N9/00  
- **European:** F01N3/023; F01N9/00F  
**Application number:** DE19981038032 19980821  
**Priority number(s):** AT19970000575U 19970916

**Also published as:**

 AT2410U (U1)

[Report a data error here](#)

## Abstract of DE19838032

A particle filter (4) in the exhaust system of an internal combustion engine, e.g. a diesel engine, is regenerated by reducing the flow rate in the exhaust duct downstream of the filter. Regeneration is achieved using a valve (5) to reduce the cross-section of the duct by up to 95 percent. This increases the pressure and temperature of the exhaust gasses to the regeneration temperature for the filter. The exhaust flow is restricted in a periodic pattern for between 1 to 10 seconds. A control system determines the state of the filter by comparing engine parameters against programmed parameters.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 38 032 A 1**

⑤ Int. Cl. 6:  
**F 01 N 3/02**  
F 01 N 9/00

⑳ Aktenzeichen: 198 38 032.1  
㉑ Anmeldetag: 21. 8. 98  
㉒ Offenlegungstag: 18. 3. 99

DE 198 38 032 A 1

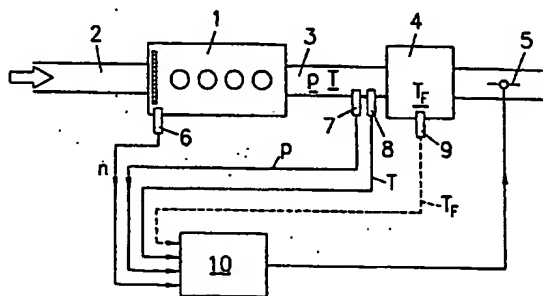
③① Unionspriorität:  
575/97 U 16. 09. 97 AT  
⑦① Anmelder:  
AVL List GmbH, Graz, AT  
⑦④ Vertreter:  
Gleiss & Große, Patentanwaltskanzlei, 70469  
Stuttgart

⑦② Erfinder:  
Zelenka, Paul, Dr., Gleisdorf, AT; Reczek, Walter,  
Windisch, AT; Unger, Eduard, Dipl.-Ing., Leibnitz,  
AT; Herzog, Peter, Dipl.-Ing. Dr., Graz, AT

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ③④ Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters  
⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters (4) einer Diesel-Brennkraftmaschine (1), wobei in Abhängigkeit des Beladungszustandes des Partikelfilters (4) die Regeneration durchgeführt wird. Um auf möglichst einfache Weise die Regeneration des Partikelfilters (4) durchführen zu können, wird stromabwärts des Partikelfilters (4) der Durchflußquerschnitt während des Regenerationsprozesses temporär vermindert.



DE 198 38 032 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters einer Diesel-Brennkraftmaschine, wobei in Abhängigkeit des Beladungszustandes des Partikelfilters die Regeneration durchgeführt wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Partikelfilter werden bei Dieselmotoren insbesondere zum Herausfiltern von im Abgas mitgeführten Rußpartikeln eingesetzt. Zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit eines Partikelfilters muß dieser allerdings im Bedarfsfall regeneriert werden.

Um die Regeneration eines Partikelfilters durchführen zu können, ist es notwendig, die Abgaseintrittstemperatur bzw. die Temperatur im Partikelfilter für eine kurze Zeit zu erhöhen, um die Initialisierung der Regeneration beeinflussen zu können.

Es sind verschiedene Verfahren zur thermischen Regeneration von Partikelfiltern bekannt. Bei der sogenannten Standregeneration erfolgt während des Stillstandes der Brennkraftmaschine ein Ausbrennen des Partikelfilters mittels einer hierzu vorgesehenen, motorunabhängigen Heizeinrichtung. Eine Regeneration während des Kraftfahrzeugbetriebes ist bei der Wechselregeneration möglich, bei der zwei parallel geschaltete Partikelfilter wechselweise vom Motorabgas durchströmt werden, während jeweils der vom Abgassystem entkoppelte Partikelfilter für die Zeit der thermischen Regenerierung von einem durch eine motorunabhängige Heizeinrichtung temperiertem Heizgas durchströmt wird. Eine Regenerierung des Partikelfilters während des Kraftfahrzeugbetriebes ist auch bei der Vollstromregeneration möglich, bei der der permanent im Abgasstrom befindliche Partikelfilter in der Regenerationsphase auf die für die Regenerierung erforderliche Temperatur gebracht wird, in dem ein durch eine motorunabhängige Heizeinrichtung erzeugter Heizgasstrom mit dem Motorabgas vermischt und zusammen mit diesem in den Partikelfilter eingeleitet wird.

Die bekannten Verfahren zur Regeneration von Partikelfiltern erfordern einen relativ großen konstruktiven Aufwand und haben weiters den Nachteil, daß zur Aufheizung des Partikelfilters eine separate Heizeinrichtung erforderlich ist.

Aus der DE 42 30 180 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung des Beladungszustandes von Partikelfiltern bekannt, bei dem filterspezifische Größen, wie Druck und Temperatur des Abgasvolumenstroms im Partikelfilter und motorspezifische Größen, wie die Motordrehzahl, gemessen werden. Aus den Meßwerten wird ein Ist-Kennwert berechnet, welcher mit einem vordefinierten Grenzkennwert verglichen wird. Bei hinreichender Abweichung des Ist-Kennwertes vom Grenzkennwert wird der Regenerationsvorgang durch Aktivieren einer externen Brenneinrichtung eingeleitet. Auch hier ist ein erheblicher konstruktiver Aufwand zur Durchführung der Regeneration des Partikelfilters erforderlich.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden und ein Verfahren sowie eine Vorrichtung vorzuschlagen, um auf möglichst einfache Weise eine Regeneration des Partikelfilters in Abhängigkeit des Beladungszustandes durchzuführen.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß dadurch, daß die Regeneration durch Erhöhen des Abgasgedruckes im Bereich des Partikelfilters initiiert wird, wobei vorzugsweise stromabwärts des Partikelfilters der Durchflußquerschnitt während des Regenerationsprozesses temporär vermindert wird. Durch die Erhöhung des Abgasgedruckes kommt es zu einem Temperaturanstieg im Partikelfilter, wobei eine für die Regeneration ausreichende

Temperatur von etwa 400 bis 600°C erreicht wird. Die für die Regeneration notwendige Temperatur kann gegebenenfalls noch durch dem Kraftstoff zugesetzte oxidationsfördernde Additive gesenkt werden. Durch die Erhöhung des Abgasgedruckes kann es allerdings bei Brennkraftmaschinen mit Abgasrückführung zu einer erhöhten Abgasrückführrate und dadurch zu einer Verminderung des Sauerstoffgehaltes im Abgas kommen. Das Sauerstoffdefizit kann im Extremfall bewirken, daß die Regeneration des Partikelfilters nicht fortgesetzt werden kann. Um dies zu vermeiden und um den für die Regeneration notwendigen Sauerstoffgehalt im Abgas bereitzustellen, ist im Rahmen der Erfindung vorgesehen, daß die Erhöhung des Abgasgedruckes während der Regenerationsphase getaktet erfolgt, wobei vorzugsweise der Strömungsquerschnitt stromabwärts des Partikelfilters in kurzen Taktfolgen vermindert und wieder erhöht wird. Beim Vermindern des Strömungsquerschnittes kommt es zu einem Temperaturanstieg im Partikelfilter, der gerade hoch genug ist, um die Regeneration einzuleiten und fortzusetzen. Bevor das Sauerstoffdefizit im Partikelfilter groß genug werden kann, um die Regeneration zu unterbrechen, wird stromabwärts des Partikelfilters der Strömungsquerschnitt wieder freigegeben, was zu einem Ansteigen des Sauerstoffgehaltes führt. Noch bevor die Temperatur im Partikelfilter unter eine die Regeneration behindernde Größe sinken kann, wird der Strömungsquerschnitt unterhalb des Partikelfilters wieder vermindert und der Abgasgedruck erhöht, was wieder zu einem raschen Ansteigen der Temperatur führt.

Versuche haben gezeigt, daß eine 80 bis 95%-ige Verminderung des Strömungsquerschnittes ausreicht, um den Abgasgedruck genügend erhöhen zu können. Die Taktzeit für das Vermindern und Öffnen des Strömungsquerschnittes liegt vorzugsweise zwischen etwa einer Sekunde und zehn Sekunden.

Um eine schnelle Erweiterung bzw. Verminderung des Strömungsquerschnittes zu erreichen ist vorgesehen, daß die Verminderung des Durchflußquerschnittes durch Betätigen einer variablen Drossel, vorzugsweise einer Drosselklappe oder eines Schiebers, erfolgt. Die variable Drossel ist dabei mit einer entsprechenden Steuereinheit verbunden, welche motorspezifische und filterspezifische Betriebsparameter mißt und daraus den Einsatzpunkt der Regenerationsphase sowie ein pulsweitenmoduliertes Steuersignal für die variable Drossel bestimmt. Zur Bestimmung des Regenerationsbeginnes wird hierbei aus den Betriebsparametern ein charakteristischer Kennwert berechnet und mit einem Grenzkennwert verglichen. Das pulsweitenmodulierte Signal ist notwendig, um einerseits die erforderliche Starttemperatur für die Regeneration erreichen zu können, andererseits um während einer erfolgreich initiierten Regenerationsphase ausreichend Sauerstoff für die Reaktion im Partikelfilter zur Verfügung stellen zu können.

Vorteilhafterweise ist vorgesehen, daß der charakteristische Kennwert als Funktion der Motordrehzahl  $n$ , der Abgastemperatur  $T$  und des Abgasgedruckes  $p$  stromaufwärts des Partikelfilters berechnet wird, wobei als charakteristischer Kennwert ein gemäß der folgenden Beziehung berechneter normierter Abgasgedruck  $p_0$  verwendet wird:

$$p_0 = p_a \cdot \frac{n_{idle}}{n} \cdot \frac{T_{idle}}{T_a}$$

wobei

$p_a$  der arithmetische Mittelwert der innerhalb des Zeitfensters  $\Delta t$  gemessenen Abgasgedrucke  $p$ ,

$T_a$  der arithmetische Mittelwert der innerhalb des Zeitfen-

sters  $\Delta t$  gemessenen Abgastemperaturen  $T_i$ ,  
 $T_{idle}$  die Abgastemperatur bei Leerlaufdrehzahl  $n_{idle}$ ,  
 $n$  die während des Zeitfensters  $\Delta t$  gemessene Motordrehzahl,  
 $n_{idle}$  die Leerlaufdrehzahl ist.

Die Regeneration durch getaktetes Erhöhen des Abgasgegendruckes erfolgt dabei über eine vorbestimmte Regenerationsgesamtdauer  $t_R$ . Diese vordefinierte Regenerationsgesamtdauer  $t_R$  kann experimentell festgesetzt sein. Zusätzlich kann anstelle der oder zusätzlich zur festgesetzten Regenerationsgesamtdauer  $t_R$  eine Überwachung des Regenerationserfolges durch Vergleichen des laufend bestimmten charakteristischen Kennwertes mit dem Grenzkennwert erfolgen. Die Regeneration ist dabei beendet, wenn der aktuelle Kennwert außerhalb eines vordefinierten Bereiches unterhalb des vordefinierten Grenzwertes fällt.

Um zu gewährleisten, daß die Regeneration nur unter optimalen Bedingungen stattfindet, ist vorgesehen, daß die Regenerationsphase unterbrochen wird, wenn die gemessenen Werte für die Motordrehzahl  $n$  oder die Abgastemperatur  $T$  außerhalb der Bereiche für die Soll-drehzahl bzw. für die Sollabgastemperatur liegen, und die Regenerationsphase wieder fortgesetzt wird, sobald die Sollwertbereiche wieder erreicht werden.

In einer bevorzugten Ausführungsvariante ist vorgesehen, daß während der Regenerationsphase ein Zeitzähler aktiviert wird. Dadurch wird die Zeitdauer des Regenerationsprozesses durch Unterbrechungen nicht unnötig verdrängt.

Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert.

Fig. 1 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Regeneration eines Partikelfilters,

Fig. 2 ein Sauerstoffgehalt-Temperatur-Diagramm des Abgases im Bereich des Partikelfilters,

Fig. 3 ein Flußdiagramm zur Darstellung der Beladungszustandsermittlung des Partikelfilters,

Fig. 4 ein Flußdiagramm zur Darstellung der Regenerationsüberwachung.

Bei dem in Fig. 1 gezeigten Blockschaltbild sind nur diejenigen Teile dargestellt, die für das Verständnis der Erfindung notwendig sind. Die Brennkraftmaschine 1 ist mit der Ansaugleitung 2 und der Abgasleitung 3 dargestellt. In die Abgasleitung 3 ist der Partikelfilter 4 eingefügt. Stromabwärts des Partikelfilters 4 ist eine variable Drossel 5 in der Abgasleitung 3 vorgesehen, welche beispielsweise als Drosselklappe ausgeführt sein kann. Zur Erfassung der aktuellen Motordrehzahl  $n$  wird ein Sensor 6 verwendet. Weiters ist stromaufwärts des Partikelfilters 4 in der Abgasleitung 3 ein Sensor 7 zur Messung des Abgasgegendruckes  $p$  und ein Sensor 8 zur Messung der Abgastemperatur  $T$  vorgesehen. Gegebenenfalls kann zur Messung der Partikelfiltertemperatur  $T_F$  ein oder mehrere Temperatursensoren 9 am Partikelfilter 4 angebracht sein.

Die von den Sensoren 6, 7, 8 und 9 gemessenen Werte über die Motordrehzahl  $n$ , den Abgasgegendruck  $p$ , die Abgastemperatur  $T$  und eventuell auch die Partikelfiltertemperatur  $T_F$  werden einer Steuereinheit 10 zugeführt, welche aus CPU (Central Processor Unit), ROM (Read Only Memory), RAM (Random Access Memory) und ADC (Analog/Digital-Converter) und Timern bestehen. Die Steuereinheit 10 erfaßt über einen gemultiplexten Analogeingang die Meßwerte  $p$  des Drucksensors 7 und die Meßwerte  $T_i$  des Temperatursensors 8. Das Sensorsignal des Drehzahlsensors 6 wird nach einer Signalkonditionierung einem Timereingang zugeführt und anschließend die Motordrehzahl  $n$  berechnet. Die Programmabarbeitung der Steuereinheit 10 kann dem Flußdiagramm in Fig. 3 entnommen werden. Nach dem Start der Brennkraftmaschine wird eine Initialisierungsroutine INIT durchlaufen, in der einerseits die CPU-

Umgebung (ADC, RAM, Timer etc.) konfiguriert wird, und andererseits eine Vorabdiagnose der Sensoreingangssignale der Sensoren 6, 7, 8, 9 auf Plausibilität durchgeführt wird. In einer Schleife, die vorzugsweise alle 500 ms durchlaufen wird, werden die Abtastwerte des Abgasgegendruckes  $p_i$  und der Abgastemperatur  $T_i$  ermittelt, und im RAM abgelegt. Diese geringe Abtastrate von 2 Hz hat sich bei den vorhandenen Zeitkonstanten als ausreichend erwiesen. Die gespeicherten Meßwerte dienen in weiterer Folge zur Berechnung des arithmetischen Mittelwertes  $T_a$  der Abgastemperatur  $T$  vor dem Partikelfilter 4 und des arithmetischen Mittelwertes  $p_a$  des Abgasgegendruckes  $p$  vor dem Partikelfilter 4, gemäß folgenden Beziehungen:

$$T_a = \frac{1}{l} * \sum_{i=1}^l T_i \quad (1)$$

$$p_a = \frac{1}{k} * \sum_{i=1}^k p_i \quad (2)$$

Aus den beiden Rechengrößen  $T_a$  und  $p_a$  wird der normierte Abgasgegendruck  $p_0$  berechnet, wobei die Variablen  $l$  und  $k$  die Anzahl der gemessenen Werte  $T_i$  und  $p_i$  darstellen. Dieser normierte Abgasgegendruck  $p_0$  stellt ein Maß für den Beladungszustand des Partikelfilters 4 dar. Der normierte Abgasgegendruck  $p_0$  wird dabei aus folgender Beziehung bestimmt:

$$p_0 = p_a \cdot \frac{n_{idle}}{n} \cdot \frac{T_{idle}}{T_a}, \quad (3)$$

wobei

$p_a$  der arithmetische Mittelwert der innerhalb des Zeitfensters  $\Delta t$  gemessenen Abgasgegendrucke  $p_i$ ,

$T_a$  der arithmetische Mittelwert der innerhalb des Zeitfensters  $\Delta t$  gemessenen Abgastemperaturen  $T_i$ ,

$T_{idle}$  die Abgastemperatur bei Leerlaufdrehzahl  $n_{idle}$ ,

$n$  die während des Zeitfensters  $\Delta t$  gemessene Motordrehzahl,

$n_{idle}$  die Leerlaufdrehzahl ist.

Nach dieser Berechnung des normierten Abgasgegendruckes  $p_0$  wird eine Überprüfung der Bedingungen durchgeführt, die den Start einer Regenerationsphase bestimmen. Folgende Bedingungen werden dabei überprüft:

$$T_{min} \leq T_a \leq T_{max} \quad (4)$$

$$n_{min} \leq n \leq n_{max} \quad (5)$$

$$p_0 \leq p_{sw} \quad (6).$$

Sind bei einer entsprechenden Beladung des Partikelfilters 4 die in den Gleichungen (4) bis (6) genannten Bedingungen für eine Regenerationsphase erfüllt, wird der Steuerungsalgorithmus für die Betätigung der als Abgasdrosselklappe ausgeführten variablen Drossel 5 aktiviert. Die Ruhestellung der Drossel 5 ist dabei zweckmäßigerweise die geöffnete Stellung. Der Programmablauf für die Steuerungsstrategie der Drossel 5 ist in Fig. 4 dargestellt. Sind die Bedingungen für den Regenerationsstart erfüllt, wird nach Initialisierung einer Zeitkonstanten  $t$  ein Zeitzähler gestartet. Die Variable  $t_R$  bestimmt dabei die Gesamtzeitdauer für eine Regenerationsphase. Die Routine TCP (Throttle Control Procedure) generiert ein niederfrequentes pulsweitenmoduliertes Signal mit der Trägerfrequenz  $f = 1/(t_{on} + t_{off})$

und dem Tastverhältnis (Duty Cycle)  $DC = t_{on}/(t_{on} + t_{off})$  über einen Zähler (COMPARE-TIMER) des Controllers und gibt dieses Signal über einen Leistungstreiber an einen elektrisch/pneumatischen Wandler (Überdruckmodulator) für die Drossel 5 weiter. Die Variablen  $t_{on}$  und  $t_{off}$  stellen dabei Zeitvariablen über die Taktzeit der Drossel 5 dar. Durch das pulswidenmodulierte Signal kann eine getaktete Öffnungs- und Schließbewegung der Drossel 5 und somit eine getaktete Verminderung und Erweiterung des Strömungsquerschnittes stromabwärts des Partikelfilters 4 erreicht werden. 10  
Dadurch kann einerseits die erforderliche Starttemperatur für die Regeneration des Partikelfilters 4 eingestellt und überschritten werden, andererseits kann während einer erfolgreich initiierten Regenerationsphase ausreichend Sauerstoff für die Reaktion im Partikelfilter 4 zur Verfügung gestellt werden. Wie aus dem in Fig. 2 gezeigten Diagramm ersichtlich ist, verhält sich die Abgastemperatur  $T$  konträr zum Sauerstoffgehalt  $O_2$  im Abgas. Im Diagramm ist dabei die Abgastemperatur  $T$  einerseits und der Sauerstoffgehalt  $O_2$  über der Öffnungszeit  $t_{open}$  der Drossel 5 dargestellt. 15  
Dabei ist festzustellen, daß sich bei einer Öffnungszeit  $t_{open} = 0$  eine sehr hohe Abgastemperatur  $T$ , aber ein sehr niedriger Sauerstoffgehalt  $O_2$  einstellt. Bei andauernd geöffneter Drossel 5 ist es dagegen genau umgekehrt. Die Öffnungszeit der Drossel 5 muß daher so gewählt werden, daß der Sauerstoffgehalt  $O_2$  für die Regeneration des Partikelfilters 4 und die Abgastemperatur  $T$  genügend hoch ist. 20

Nach dem Start des pulswidenmodulierten Signals wird überprüft, ob der erlaubte Temperatur- und Drehzahlbereich eingehalten wird. Über die Temperatur  $T_F$  im Partikelfilter 4 kann die Reaktion kontrolliert beobachtet werden. Ist die aktuelle Abgastemperatur  $T$  vor dem Partikelfilter kleiner als  $T_{min}$ , wird die Regenerationsphase unterbrochen, da die momentanen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine keine erfolgreiche Regeneration mehr gewährleisten. Der aktuelle Zählwert der Zeitvariablen  $t$  wird abgespeichert und beim erneuten Start der Drosselklappenprozedur TCP nur mehr die Differenz bis zur Erreichung der Regenerationsgesamtdauer  $t_R$  abgearbeitet. Diese Maßnahme gewährleistet, daß die Zeitdauer des Regenerationsprozesses durch Unterbrechungen nicht unnötig verlängert wird. Die Drosselprozedur wird erst wieder gestartet, wenn die entsprechenden Bedingungen erfüllt sind. Steigt die Temperatur  $T$  über  $T_{max}$ , wird die Regeneration ebenfalls unterbrochen, um eine thermische Überbeanspruchung des Partikelfilters 4 zu verhindern. Die Einhaltung des Drehzahlbereiches  $n_{min} \leq n \leq n_{max}$  dient dazu, um extreme Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine zu vermeiden. Um die Regeneration des Partikelfilters 4 beeinflussen zu können, kann das Tastverhältnis des pulswidenmodulierten Signales für die Ansteuerung der Drossel 5 verändert werden. Ein Maß für den Grad der Regeneration stellt dabei der normierte Abgasgegendruck  $p_0$  dar. 25  
Stellt sich schon vor dem Ablauf der Regenerationsgesamtdauer  $t_R$  das Ende der Regeneration ein, wird durch Unterschreiten eines vordefinierten Toleranzbereiches  $\Delta p_{pw}$  innerhalb des Grenzkennwertes  $p_{pw}$  die Prozedur beendet. Der Wert  $t_R$  für die Regenerationsgesamtdauer stellt einen mittleren Zeitwert aus vorangegangenen experimentellen Versuchen dar. Innerhalb dieser Zeitdauer  $t_R$  sollte der Regenerationsprozeß in den meisten Fällen abgeschlossen sein. Ist die Zeit  $t_R$  abgelaufen, wird die Drosselprozedur beendet. Anschließend wird eine in Fig. 4 mit WAIT bezeichnete Warteprozedur gestartet, während der alle Aktionen gesperrt werden. Die Sperrzeit dient dazu, mögliche Änderungen des aus Mittelwerten berechneten 30  
normierten Druckes  $p_0$  feststellen und damit den Erfolg der Regeneration beurteilen zu können. Wurde eine Regeneration erfolgreich durchgeführt, ist  $p_0$  weit unter den Grenz-

kennwert  $p_{pw}$  abgesunken, und es wird in weiterer Folge nur die in Fig. 3 dargestellte Hauptroutine durchlaufen. War die Regeneration nicht erfolgreich, so kann beim Erreichen der entsprechenden Bedingungen sofort wieder der in Fig. 4 dargestellte Steuerungsalgorithmus für die Drossel 5 ausgeführt werden. Dieser Vorgang wird sodann wiederholt, bis eine erfolgreiche Regeneration stattgefunden hat.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters (4) einer Diesel-Brennkraftmaschine (1), wobei in Abhängigkeit des Beladungszustandes des Partikelfilters (4) die Regeneration durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeneration durch Erhöhen des Abgasgegendruckes ( $p$ ) im Bereich des Partikelfilters (4) initiiert wird, wobei vorzugsweise stromabwärts des Partikelfilters (4) der Durchflußquerschnitt während des Regenerationsprozesses temporär vermindert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhöhung des Abgasgegendruckes ( $p$ ) während der Regenerationsphase getaktet erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchflußquerschnitt um mindestens 70%, vorzugsweise zwischen 80% bis 95% vermindert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Taktzeit für das Vermindern, sowie für das Öffnen des Durchflußquerschnittes 1 bis 10 Sekunden beträgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verminderung des Durchflußquerschnittes durch Betätigen einer variablen Drossel (5) vorzugsweise einer Drosselklappe oder eines Schiebers erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Feststellung des Beladungszustandes des Partikelfilters (4) innerhalb eines Zeitfensters ( $\Delta t$ ) aktuelle motorspezifische und filterspezifische Betriebsparameter ( $n$ ,  $T$ ,  $p$ ) erfaßt werden, daß aus den aktuellen Betriebsparametern ( $n$ ,  $T$ ,  $p$ ) ein charakteristischer Kennwert ( $p_0$ ) berechnet wird, und dieser mit einem Grenzkennwert ( $p_{pw}$ ) verglichen wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der charakteristische Kennwert als Funktion der Motordrehzahl ( $n$ ), der Abgastemperatur ( $T$ ) und des Abgasgegendruckes ( $p$ ) stromaufwärts des Partikelfilters (4) berechnet wird, wobei als charakteristischer Kennwert ein gemäß der folgenden Beziehung berechneter normierter Abgasgegendruck ( $p_0$ ) verwendet wird:

$$p_0 = p_a \cdot \frac{n_{idle}}{n} \cdot \frac{T_{idle}}{T_a},$$

wobei

$p_a$  der arithmetische Mittelwert der innerhalb des Zeitfensters  $\Delta t$  gemessenen Abgasgegendrucke  $p_i$ ,  
 $T_a$  der arithmetische Mittelwert der innerhalb des Zeitfensters  $\Delta t$  gemessenen Abgastemperaturen  $T_i$ ,  
 $T_{idle}$  die Abgastemperatur bei Leerlaufdrehzahl  $n_{idle}$ ,  
 $n$  die während des Zeitfensters  $\Delta t$  gemessene Motordrehzahl,  
 $n_{idle}$  die Leerlaufdrehzahl ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß aufgrund des Beladungszustandes des Partikelfilters (4) von einer Steuerung (10) der Regenerationsbeginn bestimmt und ein puls-

weitenmoduliertes Steuersignal erzeugt und dem Betätigungsorgan der variablen Drossel (5) während der Regenerationsphase des Partikelfilters (4) zugeführt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeneration eine vordefinierte Regenerationsgesamtdauer ( $t_R$ ) lang und/oder so lange erfolgt, bis der charakteristische Kennwert ( $p_0$ ) kleiner als der Grenzkennwert ( $p_{fw}$ ) wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß während der Regenerationsphase ein Zeitzähler (t) aktiviert wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Regenerationsphase unterbrochen wird, wenn die gemessenen Werte für die Motordrehzahl (n) oder die Abgastemperatur (T) außerhalb der Bereiche für die Soll-drehzahl ( $n_{min}$ ,  $n_{max}$ ) bzw. für die Sollabgastemperatur ( $T_{min}$ ,  $T_{max}$ ) liegen, und die Regenerationsphase wieder fortgesetzt wird, sobald die Sollwertbereiche wieder erreicht werden.

12. Verfahren nach Anspruch 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei Unterbrechung der Regenerationsphase der Zeitzähler (t) angehalten wird und bei Fortsetzung der Regenerationsphase die Zeitählung bis zum Erreichen der Regenerationsgesamtdauer ( $t_R$ ) fortgesetzt wird.

13. Vorrichtung zur Regeneration eines Partikelfilters (4) einer Diesel-Brennkraftmaschine (1) mit Meßeinrichtungen (6, 7, 8) zur Ermittlung der Motordrehzahl (n), der Abgastemperatur (T) und des Abgasgegen- druckes (p) im Abgasstrang (3) stromaufwärts des Partikelfilters (4), wobei die Meßeinrichtungen (6, 7, 8) mit einer Steuereinheit (10) verbunden sind, welche aufgrund der gemessenen Werte (n,  $p_1$ ,  $T_1$ ,  $p_0$ , n,  $T_a$ ) ermittelte Kennwerte über den Ist-Zustand mit Sollwerten ( $p_{fw}$ ,  $n_{min}$ ,  $n_{max}$ ,  $T_{min}$ ,  $T_{max}$ ) vergleicht und in Abhängigkeit davon die Regeneration des Partikelfilters (4) einleitet, dadurch gekennzeichnet, daß stromabwärts des Partikelfilters (4) eine variable Drossel (5), vorzugsweise eine Drosselklappe, im Abgasstrang (3) angeordnet ist, welche durch die Steuereinheit (10) gesteuert betätigbar ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich mindestens eine Meßeinrichtung (9) zur Erfassung der Temperatur ( $T_F$ ) im Partikelfilter (4) vorgesehen sind, welche mit der Steuereinheit (10) verbunden ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

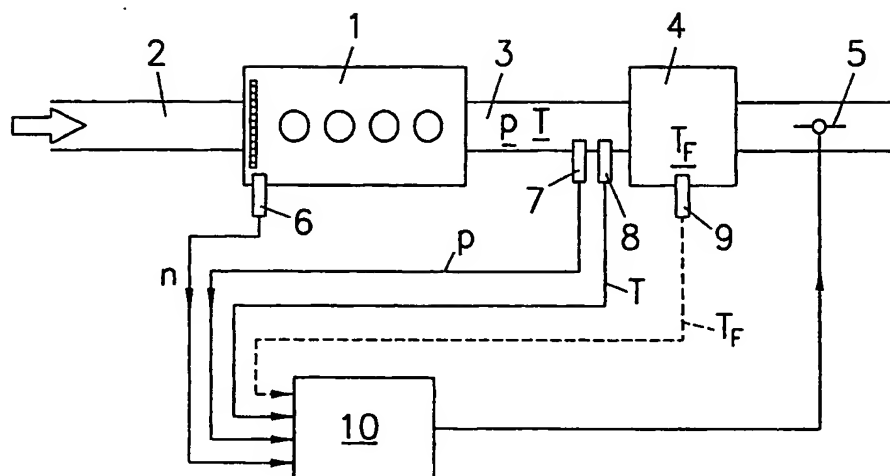


Fig.1

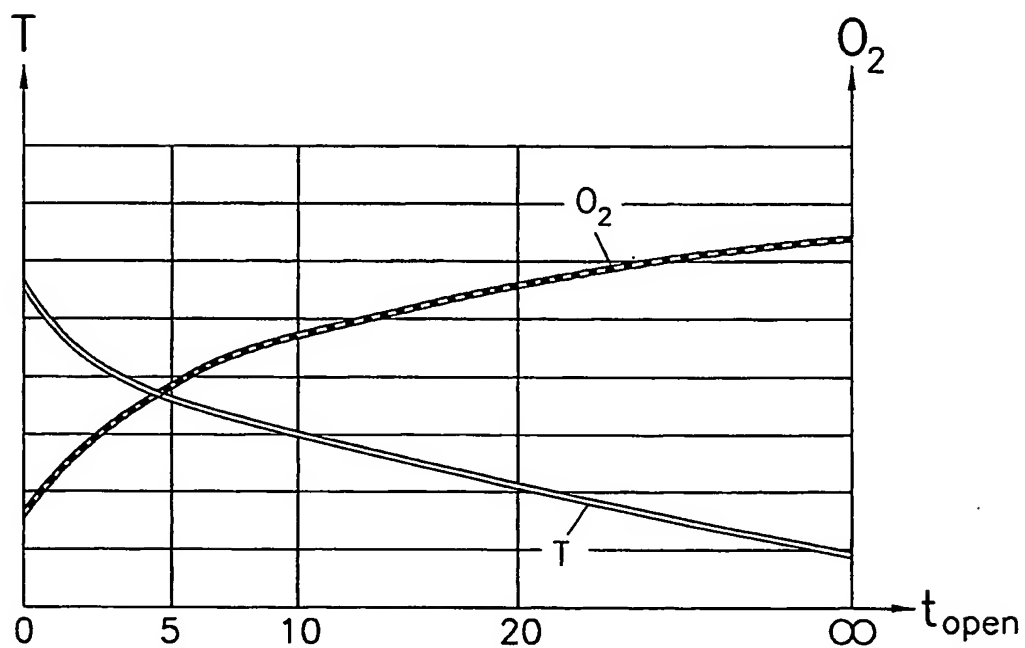
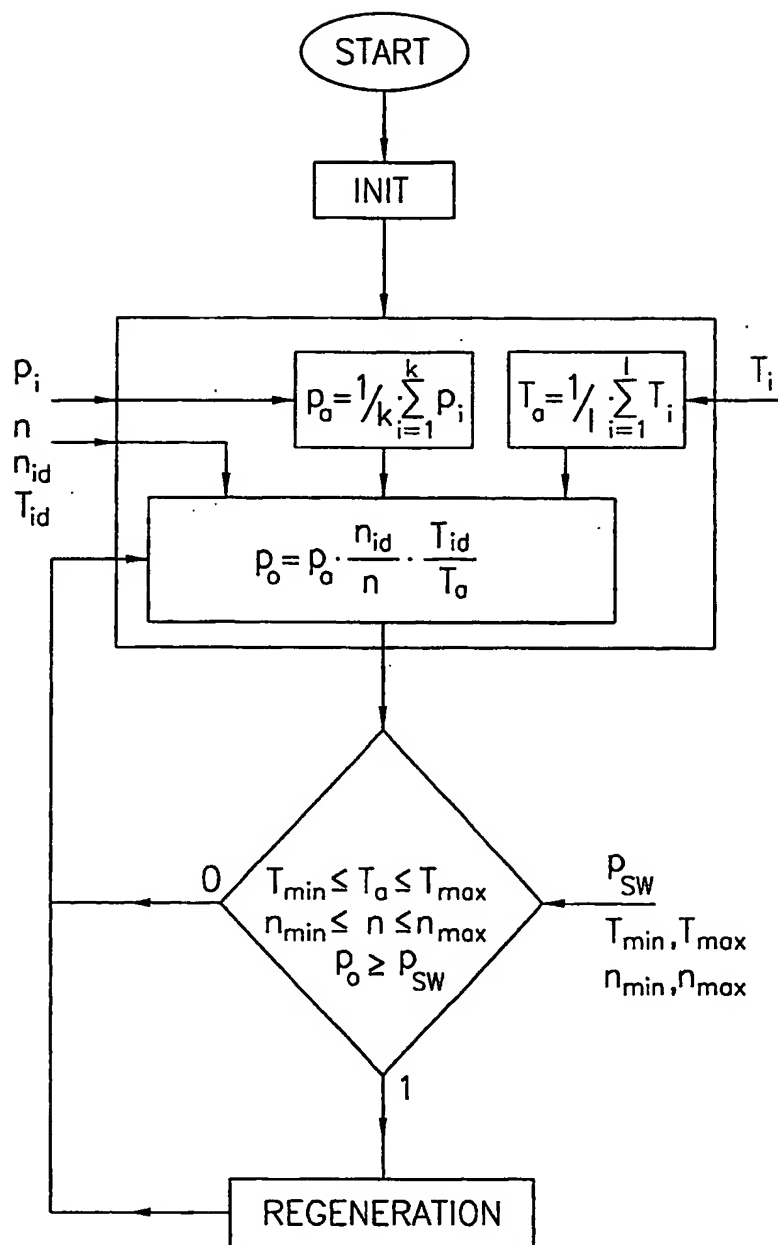


Fig.2

Fig.3



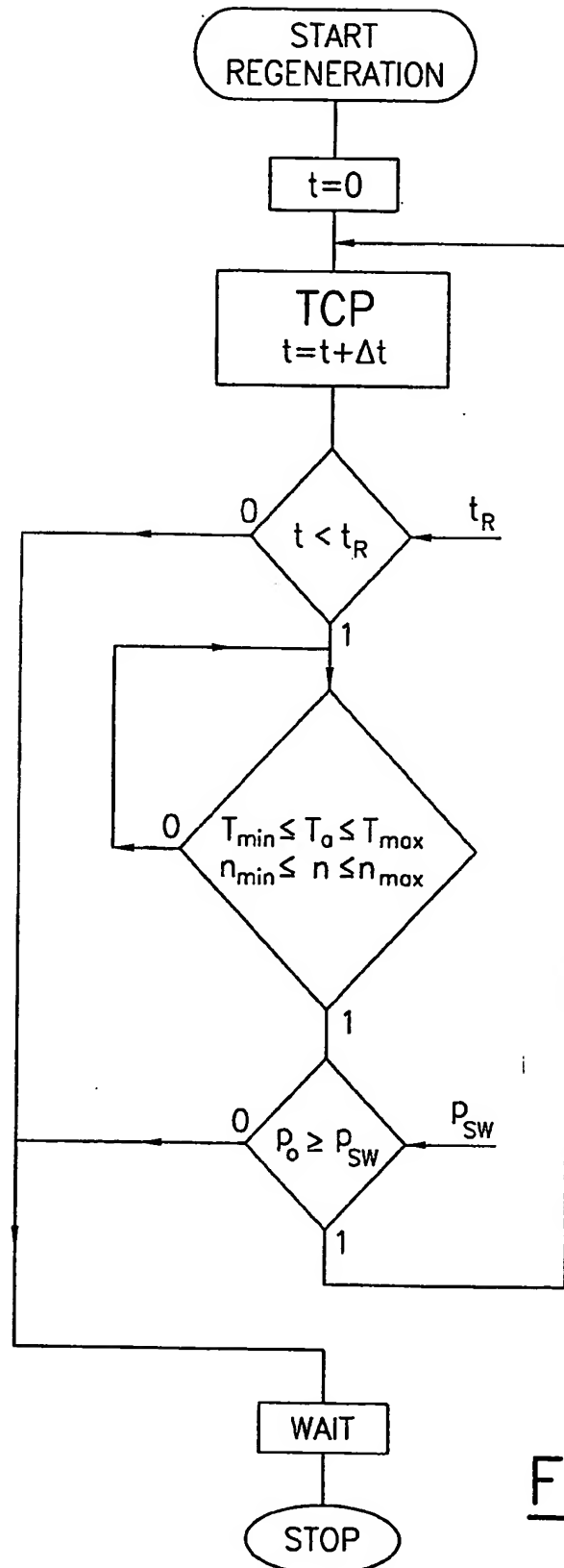


Fig.4